

# PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS

Heni Dwi Kurniasari

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

Corresponding author, email : [henienvir17@gmail.com](mailto:henienvir17@gmail.com)

## Abstrak

*Sludge* hasil sumping pengolahan kotoran sapi menjadi biogas masih mengandung bahan pencemar seperti *E. coli*, oleh karena itu apabila *sludge* dibuang langsung ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran air, tanah, dan udara. Selama ini *sludge* hanya dimanfaatkan sebagai pupuk, padahal dalam *sludge* dimungkinkan masih mengandung mikroorganisme yang dapat mempercepat proses pembentukan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *sludge* biodigester dalam pembentukan biogas dan mengetahui perbandingan optimal komposisi limbah kotoran sapi dengan *sludge* biodigester sebagai rekomendasi dalam percepatan proses pembentukan biogas.

*Sludge* biodigester merupakan limbah biogas setelah mengalami penderaman selama 14 hari. Dalam penelitian ini digunakan 3 macam digester dengan variasi komposisi yaitu digester-1 tanpa penambahan *sludge* biodigester, digester-2 dengan penambahan *sludge* biodigester sebesar 25%, digester-3 dengan penambahan *sludge* biodigester sebesar 50%. Volume digester sebesar 30 liter dan waktu penderaman 14 hari. Parameter pendukung yang diuji meliputi: Volatile Solid (VS), dry content, kadar abu, temperatur, pH isian, komposisi gas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah biogas yang cenderung lebih baik dihasilkan oleh digester-2 dengan bahan campuran 75% kotoran sapi dan 25% *sludge* biodigester. Digester-2 memiliki kadar VS rata-rata 4,62% , kadar abu 1,82%, dry content 93,56 % , dengan volume total biogas sebesar 33,4 liter dan kandungan metana rata-rata sebesar 12,19%. Secara keseluruhan biogas terbentuk pada umur isian 3 hari, dengan rentang suhu 26°C – 30°C dan pH 6,82 – 7,44. Penelitian ini memperlihatkan bahwa dengan adanya penambahan *sludge* biodigester (return *sludge*) mampu memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap produksi biogas jika dibandingkan tanpa adanya penambahan *sludge* biodigester.

Kata kunci : kotoran sapi, *sludge* biodigester, biogas, metan.

## Abstrack

*The product of manure waste treatment, sludge, if only throw away directly to environment can cause air, water and soil pollution. Because in sludge still contain contaminants such as E. coli. Nowadays sludge is utilized only for fertilizer, whereas sludge still has microorganism which can accelerate biogas or digestion process. Therefore, the aims of this research were to study the effects of biodigester sludge addition in biogas production and to find the optimum composition of manure and biodigester sludge as a recommendation to accelerate the biogas production.*

*Biodigester sludge is waste from manure treatment after 14 days digestion process. The research used 3 kinds of digester with composition variations which were digester-1 without biodigester sludge addition, digester-2 with 25% biodigester sludge addition, digester-3 with 50% biodigester sludge addition. Digester volume was 30 liters and digestion time was 14 days. The parameter that were tested include: Volatile Solid (VS), dry content, ash content, temperature, pH, and biogas composition.*

*Research result showed that optimum biogas volume was produced by digester-2 with composition manure 75% and biodigester sludge 25% with average volatile solid was 4.62%, ash content 1.82%, and dry content 93.56%. Total volume biogas was 33.4 liters and average methane content was 12.19%. All biogas was produced in 3 days volume life, with temperature range 26°C – 30°C and pH 6.82 – 7.44. This research showed that the biogas production wasn't optimum, because caused by some factors for example organic matter characteristic, environment, and mechanism of plug flow system digester.*

Keyword ; manure, biodigester sludge, biogas, methane

## I. Pendahuluan

Digester sering tidak sesuai dalam penggunaannya. Salah satu ketidaksesuaian tersebut adalah terjadinya *over loading* volume bahan sehingga proses degradasi bahan organik oleh bakteri tidak sempurna karena waktu retensi yang singkat. Limbah digester yakni *sludge* dari proses yang tidak sempurna ini diindikasikan masih mengandung banyak mikroorganisme yang dapat mempercepat proses biogas. *Sludge* biodigester hasil dari proses fermentasi kotoran sapi belum

memenuhi standar baku mutu limbah sehingga tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan. Salah satu indikator pencemaran lingkungan hasil dari proses pembentukan biogas yaitu *sludge* biodigester yang masih mengandung bahan organik yang tinggi. Bahan organik dalam suatu limbah ditunjukkan dengan nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Menurut Susilowati E. (2009), *sludge* biodigester dari limbah kotoran sapi, limbah tahu, dan enceng

## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS

gandok dengan sistem digester kontinu memiliki nilai COD 6.170,5 - 54.141 mg/l, sedangkan untuk nilai BOD sebesar 2000,1 – 9300,1 mg/l. Hasil tersebut masih belum memenuhi standar baku mutu limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 2 Tahun 2006 tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan rumah pemotongan hewan menyatakan bahwa kandungan BOD tertinggi 150 mg/l dan COD sebesar 400 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dapat dipastikan proses *digestion* dengan menggunakan sistem kontinu belum bisa secara optimal mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Oleh karena itu peneliti mencoba memanfaatkan limbah *sludge* digester sebagai *starter* dalam proses pembentukan biogas dengan sistem *return sludge*.

Secara garis besar rumusan masalah yang akan dicarikan solusinya sebagai target keber-hasilan dalam penelitian ini adalah pengaruh penambahan *sludge* biodigester (*return sludge* biodigester) dalam produktivitas biogas?

Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *sludge* biodigester (*return sludge* biodigester) dalam produktivitas biogas.

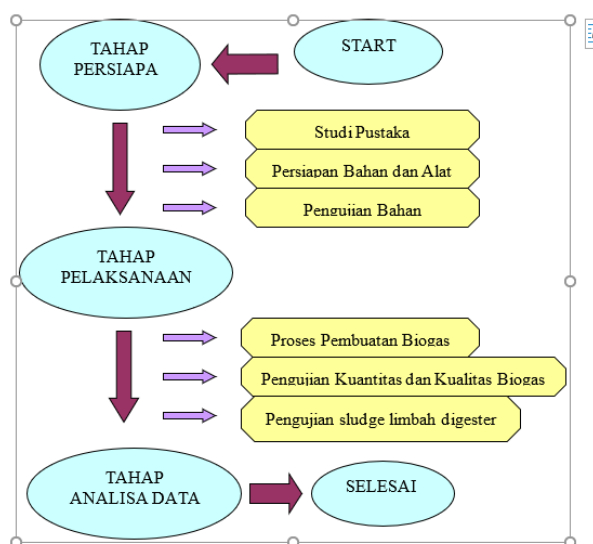
*Sludge* biodigester yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam komposisi slurry diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif pengolahan *sludge* biodigester yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pupuk atau dibuang begitu saja ke lingkungan dalam jumlah yang banyak.
2. Meningkatkan nilai tambah (*added value*) bagi *sludge* biodigester, limbah yang awalnya dikelompokkan dalam limbah yang jarang dimanfaatkan bertambah nilai menjadi bahan bermanfaat dan beruang.
3. Memberikan alternatif biomassa yaitu kotoran ternak sapi dan *sludge* biodigester.
4. Dapat membentuk masyarakat yang mandiri energi yaitu masyarakat yang tidak bergantung pada BBM atau LPG gas.

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih terarah perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Objek penelitian terbatas pada kotoran ternak sapi.
2. Menggunakan *sludge* biodigester sebagai *starter*.
3. Tidak dilakukan kajian mendalam terhadap alat biogas (digester).
4. Dilakukan uji variasi perbandingan antara kotoran sapi dengan *sludge* biodigester.
5. Pengecekan dan pengambilan gas dilakukan setiap 3 hari sekali.
6. Tidak dilakukan kajian mendalam mengenai teknis pengukuran parameter-parameter biogas.

## II. Metodologi



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Karakteristik awal bahan

Hasil pemeriksaan yang dilakukan terhadap limbah kotoran sapi dan *sludge* biodigester seperti

yang ditampilkan pada Tabel 1. Tabel 1. Karakteristik Bahan yang Dimasukkan ke dalam Biodigester.

| No | Parameter Uji      | Satuan | Hasil Uji Awal            |                            |                            |                        |
|----|--------------------|--------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
|    |                    |        | Digester-1<br>(0% sludge) | Digester-2<br>(25% sludge) | Digester-3<br>(50% sludge) | Sludge umur<br>14 hari |
| 1  | pH                 |        | 7.61                      | 7.44                       | 7.28                       | 7.21                   |
| 2  | Volatil Solid      | %      | 2.7115                    | 0.772                      | 0.756                      | 0.794                  |
| 3  | <i>Dry content</i> | %      | 95.51                     | 98.64                      | 98.7                       | 98.55                  |
| 4  | Kadar Abu          | %      | 1.777                     | 0.591                      | 0.543                      | 0.658                  |

Keterangan: waktu pengujian setelah proses fermentasi yaitu hari ke-14

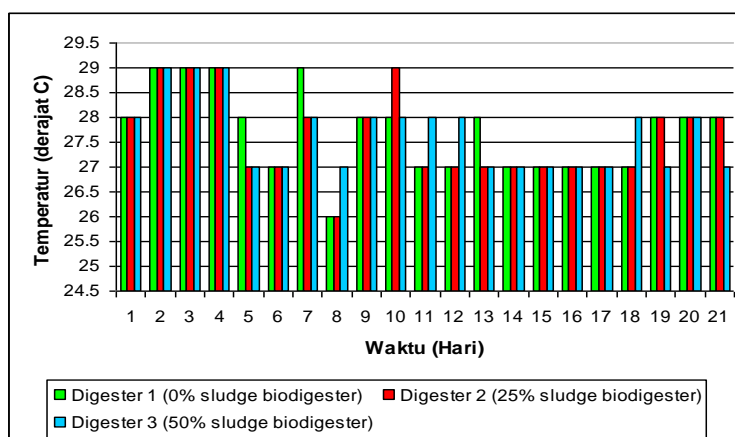
Dari hasil analisa yang telah dilakukan terhadap sifat fisik dan kimia limbah kotoran sapi dan *sludge* biodigester yang ditunjukkan pada Tabel 5.1 tampak bahwa pada karakteristik awal volatil solid dan *dry content* digester-2 (75% kotoran sapi : 25% *sludge* biodigester) dan digester-3 (50% kotoran sapi : 50% *sludge* biodigester) dengan adanya proses *return sludge* memiliki volatil solid dan *dry content* cenderung lebih rendah apabila dibandingkan dengan digester-1 (100% kotoran sapi) tanpa adanya proses *return sludge*. Hasil pengujian awal pada karakteristik kadar abu menunjukkan bahwa digester-2 dan digester-3 dengan adanya proses *return sludge* memiliki nilai cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan digester-1 tanpa adanya proses *return sludge*. Hasil pengujian pH digester-

2 (25% *sludge* biodigester) dan digester-3 (50% *sludge* biodigester) dengan proses *return sludge* memiliki pH cenderung lebih rendah apabila dibandingkan dengan digester-1 (100% kotoran sapi) tanpa menggunakan proses *return sludge*.

#### 2. Temperatur Digester

Temperatur pada waktu pagi, siang, dan sore menunjukkan hasil yang tidak terlalu fluktuatif. Hal ini dikarenakan suhu *slurry* dalam digester sangatlah dipengaruhi oleh suhu luar atau suhu lingkungan.

Hasil pengamatan temperatur *sludge* dalam digester pada masing-masing komposisi setelah kondisi steady dengan 3 waktu pengamatan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

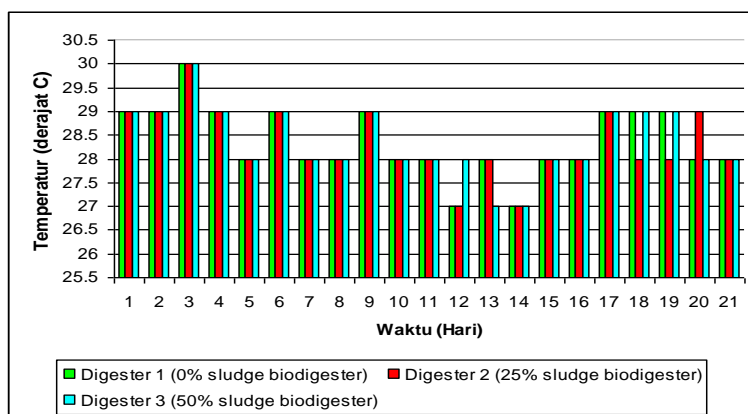


Gambar 2. Grafik Temperatur Pagi *Slurry* dalam Digester Selama Proses *Digestion* (Pengeraman) 21 Hari.

Temperatur siang hari dalam digester umumnya lebih tinggi dibandingkan temperatur pagi dan malam. Berikut merupakan gambaran

kondisi temperatur siang dalam digester dengan berbagai komposisi bahan selama 21 hari.

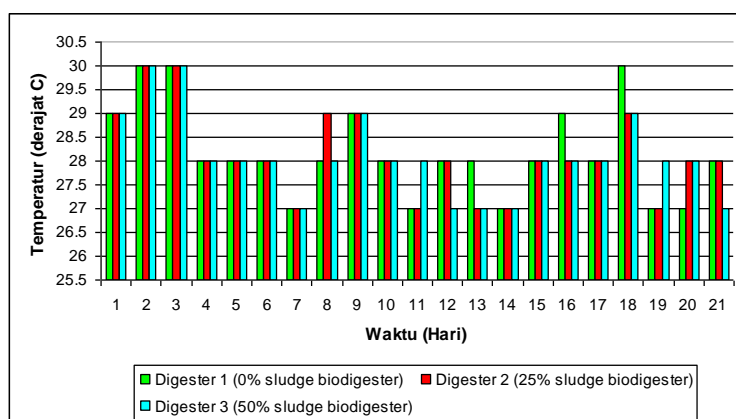
## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS



Gambar 3. Grafik Temperatur Siang *Slurry* dalam Digester Selama Proses *Digestion* (Pengeraman) 21 Hari.

Temperatur pada malam hari dalam digester cenderung lebih rendah dibandingkan siang

hari. Gambaran temperatur pada malam hari dalam digester disajikan pada 4



Gambar 4. Grafik Temperatur Malam *Slurry* dalam Digester Selama Proses *Digestion* (Pengeraman) 21 Hari.

Kondisi temperatur tempat penelitian berlangsung dalam kondisi *mesophilic* yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme anaerobik. Temperatur digester yang belum optimal dapat mempengaruhi proses digester anaerobik, sehingga menyebabkan gas metan yang dihasilkan rendah.

### 3. Derajat keasaman (pH)

Hasil pengamatan pH selama 21 hari pada digester 1, 2, dan 3 menunjukkan nilai pH yang

sama dan stabil yaitu sebesar 8. Namun ketika dilakukan pengujian pH di laboratorium dengan menggunakan pH digital ternyata memiliki nilai yang berbeda pada hari ke 0, 8, dan 16. Hal ini dikarenakan pH digital lebih presisi dalam pengujian pH dibandingkan dengan kertas lakmus pH universal.

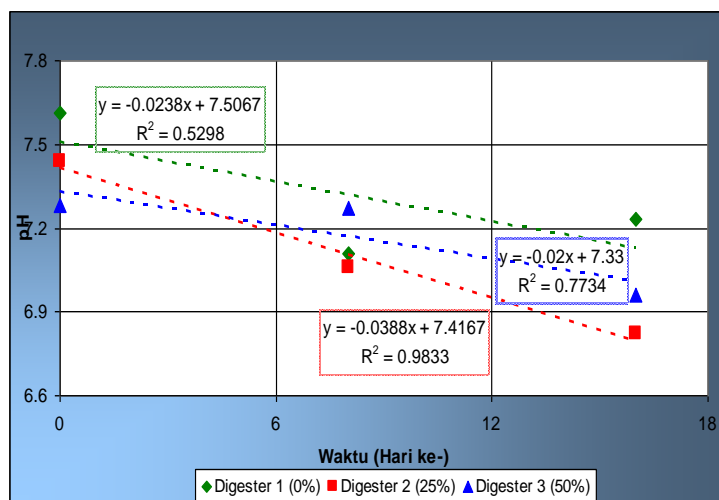
Tabel 2. Hasil Pengamatan pH *Sludge* digester Selama Proses Fermentasi 16 Hari

| No.       | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Digerster-1 (0% sludge) | Digerster-2 (25% sludge) | Digerster-3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1         | 0                          | 7.61                    | 7.44                     | 7.28                     |
| 2         | 8                          | 7.11                    | 7.06                     | 7.27                     |
| 3         | 16                         | 7.23                    | 6.82                     | 6.96                     |
| Rata-rata |                            | 7.32                    | 7.11                     | 7.17                     |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengamatan memperlihatkan adanya perubahan pH

*slurry*. Hasil pengukuran pH menggunakan pH digital disajikan dalam Gambar 5.



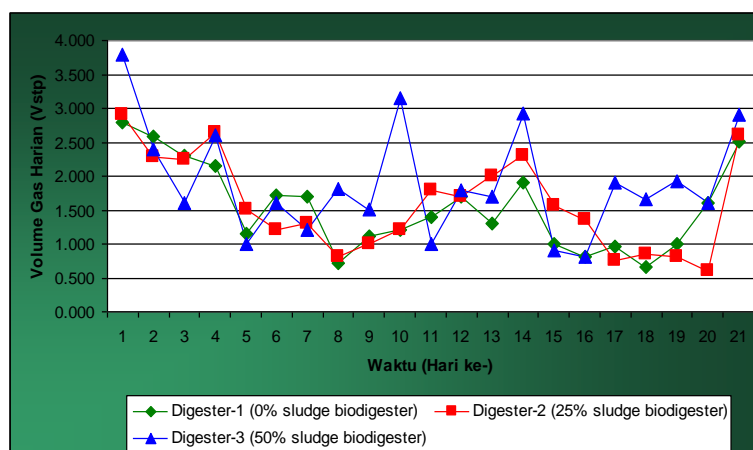
Gambar 5. Grafik Pengukuran pH *Sludge* Biodigester Hasil Fermentasi Selama Proses 16 Hari.

Gambar 5 menunjukkan bahwa secara matematis nilai pH pada digester-1 (100% kotoran sapi) dan digester-3 (penambahan 50% *sludge* biodigester dengan proses *return sludge*) tidak signifikan, sedangkan pada digester-2 (penambahan 25% *sludge* biodigester

dengan proses *return sludge*) secara matematis memiliki nilai yang signifikan.

#### 4. Volume biogas

Produksi biogas harian dan volume total biogas yang dihasilkan dari setiap komposisi bahan dalam digester setelah kondisi steady selama 21 hari ditampilkan pada Gambar 6 dan 7.

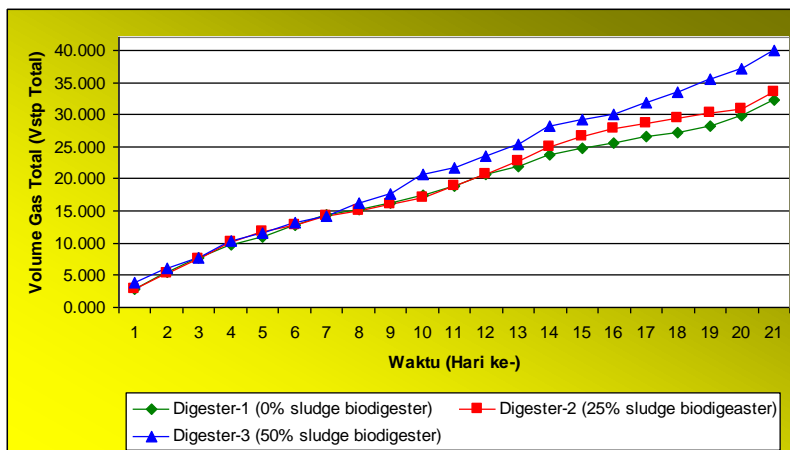


Gambar 6. Potensi Biogas Harian (Vstp) Terhadap Waktu (Hari ke-) yang Dihasilkan oleh Setiap Komposisi Bahan Dalam Digester Selama 21 Hari.

Gambar 6 menunjukkan grafik potensial biogas per hari dari kotoran sapi dan *sludge* fermentasi biodigester pada digester 1, 2, dan 3. Hasil pengamatan produksi biogas harian

menunjukkan bahwa potensial biogas per hari berbeda-beda atau berfluktuatif pada setiap digester dengan *trend* produksi biogas yang cenderung menurun selama penelitian.

## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS



Gambar 7. Akumulasi Volume Biogas (Vstp) terhadap Waktu (hari ke-) yang Dihasilkan Oleh Setiap Komposisi Bahan dalam Digester Selama 21 Hari.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa produksi biogas digester dengan proses *return sludge* seperti pada digester-2 (penambahan 25 % *sludge* biodigester) dan digester-3 (penambahan 50 % *sludge* biodigester) cenderung lebih meningkat apabila dibandingkan dengan digester tanpa proses *return sludge* seperti ditunjukkan pada digester-1 (100 % kotoran sapi).

### 5. Komposisi Biogas

Pengujian komposisi biogas merupakan pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali selama masa penelitian 21 hari pada setiap digester. Kandungan metan dalam biogas yang terbentuk akan dijelaskan dalam Tabel 3.

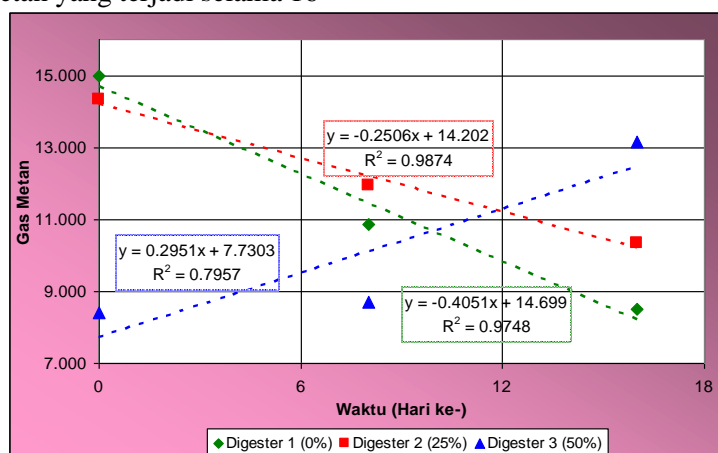
Tabel 3. Hasil Pengamatan Kandungan Metan dalam Biogas pada Setiap Komposisi Bahan

| No        | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Satuan | Digester-1 (0% sludge) | Digester-2 (25% sludge) | Digester-3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 0                          | % mol  | 15.000                 | 14.333                  | 8.421                   |
| 2         | 8                          | % mol  | 10.857                 | 11.935                  | 8.710                   |
| 3         | 16                         | % mol  | 8.519                  | 10.323                  | 13.143                  |
| Rata-rata |                            | % mol  | 11.459                 | 12.197                  | 10.091                  |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada digester-2 mempunyai rata-rata kandungan metan cenderung lebih tinggi daripada digester-1 dan 3. Gambaran fluktuatif kandungan metan yang terjadi selama 16

hari dalam proses produktivitas biogas dengan perlakuan yang berbeda-beda ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Grafik Pembentukan Metan dalam Biogas pada Setiap Komposisi Bahan Selama 16 Hari.

Gambar 8. menunjukkan bahwa secara matematis nilai kandungan metan pada digester-1 (100% kotoran sapi) dan digester-2 (penambahan 25% *sludge* biodigester dengan proses *return sludge*) adalah signifikan, sedangkan pada digester-3 (penambahan 50% *sludge* biodigester dengan proses *return sludge*) secara matematis memiliki nilai yang tidak signifikan. Berdasarkan data matematis kandungan metan yang signifikan yaitu pada digester-1 dan digester-2, dengan kandungan metan yang cenderung lebih tinggi yaitu pada digester-2 dengan penambahan 25% *sludge* biodigester menggunakan proses *return sludge*.

Dari hasil diatas menunjukkan bahwa komposisi biogas yaitu  $O_2 + Ar$  dan  $N_2$  memiliki prosentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan  $CH_4$  dalam pembentukan biogas yang seharusnya gas  $O_2 + Ar$  dan  $N_2$  tidak ada dalam biogas dikarenakan proses reaksi produksi biogas dalam kondisi anaerob dan tidak menghasilkan  $O_2 + Ar$

dan  $N_2$ . Oleh karena itu, dilakukan evaluasi perkiraan kandungan metan dalam biogas yang ditunjukkan pada Tabel 4. Keberadaan  $O_2 + Ar$  dan  $N_2$  dimungkinkan karena digester yang digunakan dalam proses produktivitas biogas pada awal penelitian tidak dikondisikan dalam kondisi hampa sehingga kemungkinan udara berada dalam biodigester dan terjadi homogen antara biogas dengan udara yang berupa  $O_2 + Ar$  serta  $N_2$

Tabel 4 menunjukkan hasil kandungan metan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan Tabel 3, namun beberapa hasil evaluasi perkiraan gas metan dianggap sebagai kesalahan karena memiliki nilai yang tidak sesuai dengan standar komposisi gas metan yaitu 54-70 % mol. Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian belum dapat menunjukkan pengaruh proses *return sludge* terhadap kandungan metan biogas dikarenakan data yang saling tidak berkorelasi sehingga belum dapat disimpulkan.

Tabel 4. Evaluasi Perkiraan Kandungan Metan dalam Biogas pada Setiap Komposisi Bahan

| No        | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Satuan | Digester 1 (0% sludge) | Digester 2 (25% sludge) | Digester 3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 0                          | % mol  | 47.666                 | 42.507                  | -                       |
| 2         | 8                          | % mol  | -                      | 53.429                  | -                       |
| 3         | 16                         | % mol  | -                      | 44.006                  | -                       |
| Rata-rata |                            |        | -                      | 46.648                  | -                       |

Keterangan : - waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

(-) merupakan hasil komposisi standar biogas, keadaan komposisi  $CH_4$  dan  $CO_2$  tidak selaras dengan kondisi atau keadaan teoritik 54-70%  $CH_4$

### 1. Volatil Solid, Kadar Kering (*Dry Content*), dan Kadar Abu

Volatil solid, kadar kering, dan kadar abu merupakan pengujian kandungan solid atau padatan serta kadar pengenceran dalam *slurry*

(input bahan digester) dan *sludge* digester hasil fermentasi. Ketiga pengujian tersebut saling berhubungan satu dengan yang lain. Hasil pengujian volatil solid, kadar kering, dan kadar abu dapat dilihat dalam Gambar 9, 10, dan 11.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Volatil Solid dalam *Sludge* Biodigester Setelah Mengalami Proses Fermentasi Selama 14 Hari

| No        | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Satuan | Digester-1 (0% sludge) | Digester-2 (25% sludge) | Digester-3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 0                          | %      | 2.71                   | 0.77                    | 0.76                    |
| 2         | 8                          | %      | 11.45                  | 8.88                    | 5.70                    |
| 3         | 16                         | %      | 3.62                   | 4.21                    | 4.47                    |
| Rata-rata |                            | %      | 5.93                   | 4.62                    | 3.64                    |

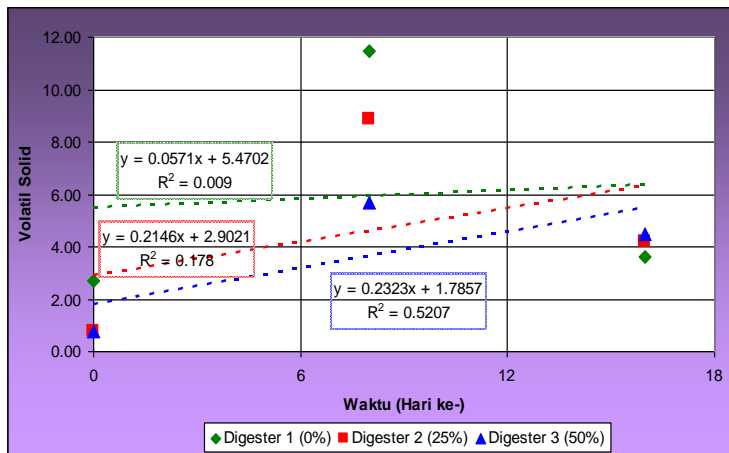
Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28



## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS

Berikut gambaran fluktuatif kandungan volatil solid yang terjadi pada kondisi anaerob

dalam digester selama 16 hari dengan perlakuan yang berbeda-beda.



Gambar 9. Grafik Volatil Solid dalam *Sludge* Biodigester Setelah Mengalami Proses Fermentasi selama 14 Hari.

Gambar 9 menunjukkan bahwa secara matematis nilai volatil solid pada ketiga digester tidak signifikan sehingga data yang didapat belum

dapat diambil suatu korelasi antara nilai volatil solid dengan adanya proses *return sludge* dalam proses produktivitas biogas.

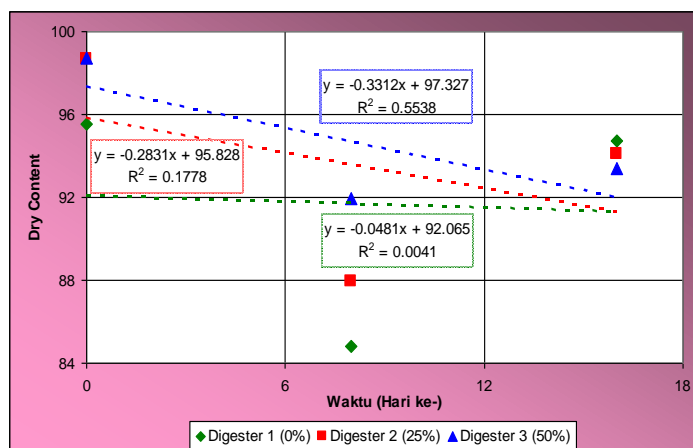
Tabel 6. Hasil Pengamatan Kadar Kering (*Dry Content*) dalam *Sludge* Biodigester

| No        | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Satuan | Digester-1 (0% sludge) | Digester-2 (25% sludge) | Digester-3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 0                          | %      | 95.51                  | 98.64                   | 98.7                    |
| 2         | 8                          | %      | 84.79                  | 87.94                   | 91.93                   |
| 3         | 16                         | %      | 94.74                  | 94.11                   | 93.4                    |
| Rata-rata |                            | %      | 91.68                  | 93.56                   | 94.68                   |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Apabila digambarkan dalam grafik maka hasil uji kadar kering untuk percobaan ini mem-

berikan hasil yang fluktuatif seperti pada Gambar 11.



Gambar 10. Grafik Kadar Kering (*Dry Content*) Dalam *Sludge* Biodigester Selama 16 Hari.

Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian nilai kadar kering secara matematis pada ketiga digester tidak signifikan sehingga data yang

didapat belum dapat diambil suatu korelasi antara nilai kadar kering dengan adanya proses *return sludge* dalam proses produktivitas biogas.



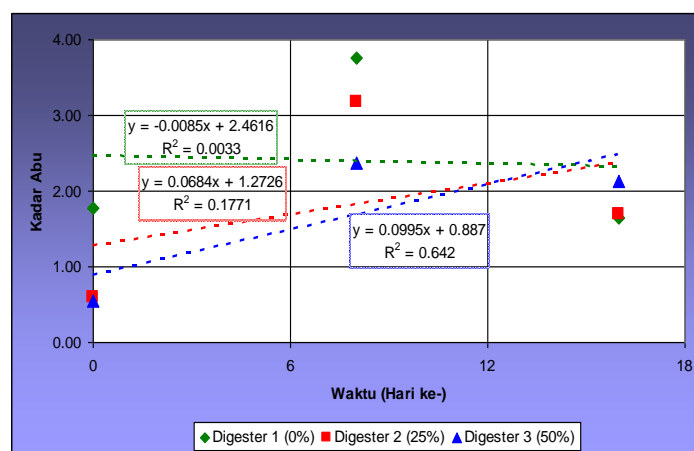
Tabel 7. Hasil Pengamatan Kadar Abu dalam *Sludge Biodigester* Setelah Mengalami Fermentasi Selama 14 Hari

| No        | Waktu Pengujian (Hari ke-) | Satuan | Digester-1 (0% sludge) | Digester-2 (25% sludge) | Digester-3 (50% sludge) |
|-----------|----------------------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1         | 0                          | %      | 1.78                   | 0.59                    | 0.54                    |
| 2         | 8                          | %      | 3.76                   | 3.18                    | 2.37                    |
| 3         | 16                         | %      | 1.64                   | 1.69                    | 2.14                    |
| Rata-rata |                            | %      | 2.39                   | 1.82                    | 1.68                    |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan mineral atau bahan anorganik yang terdapat dalam *slurry* bahan biogas dan *sludge* digester yang dihasilkan dari

proses fermentasi (*digestion*). Berikut gambaran fluktuatif kandungan kadar abu yang terjadi pada kondisi anaerob dalam digester selama 16 hari dengan perlakuan yang berbeda-beda.



Gambar 11. Grafik Kadar Abu dalam Sludge Biodigester pada Setiap Komposisi Bahan Pembentukan Biogas.

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian nilai kadar abu secara matematis pada ketiga digester tidak signifikan sehingga data yang didapat belum dapat diambil suatu korelasi antara nilai kadar abu dengan adanya proses *return sludge* dalam proses produktivitas biogas.

Tabel 7 dan Gambar 11 menunjukkan bahwa seluruh bahan dalam digester memiliki kandungan bahan anorganik atau mineral sehingga apabila suatu bahan memiliki kadar abu yang semakin besar maka bahan kurang optimal dalam proses *digestion*.

## 2. Perbandingan Keseluruhan Hasil Pengujian

Pengujian parameter pada setiap komposisi substrat dalam pembentukan biogas secara keseluruhan ada yang tidak signifikan namun terdapat pula yang signifikan. Korelasi hasil pengamatan antara komposisi satu dengan yang lain akan menunjukkan *trend* atau kecenderungan pengaruh proses *return sludge* terhadap produktivitas biogas dan minimalisasi pencemaran dampak lingkungan.

Digester-1 merupakan digester dengan komposisi bahan 100% kotoran sapi. Hasil perbandingan seluruh parameter pengujian digester-1 ditunjukkan pada Tabel 8.

Digester-2 merupakan digester dengan komposisi bahan 75 % kotoran sapi dan 25% *sludge* biodigester. Hasil perbandingan seluruh parameter pengujian digester-2 ditunjukkan pada Tabel 9.

Digester-3 merupakan digester dengan komposisi bahan 50% kotoran sapi dan 50% *sludge* biodigester.

Hasil perbandingan seluruh parameter pengujian digester-3 ditunjukkan pada Tabel 10

Tabel 8, 9, dan 10 menunjukkan bahwa dengan adanya proses *return sludge* memberikan pengaruh terhadap produksi biogas yang cenderung meningkat, namun jika ditinjau berdasarkan hasil pengujian kandungan metan dalam produksi biogas, maka proses *return sludge* belum memberikan pengaruh terhadap kadar metan dikarenakan data yang didapat belum dapat

## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS

diambil suatu kesimpulan. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi perkiraan kandungan metan dalam komposisi biogas maka didapatkan kandungan metan yang sesuai dengan kandungan metan pada komposisi biogas yang seharusnya seperti di tunjukkan pada Tabel 6, namun terdapat beberapa hasil evaluasi perkiraan gas yang tidak sesuai dengan standar pembentukan biogas seperti pada Tabel 6 sehingga data tersebut tidak digunakan karena tidak relevan. Hasil pengamatan produksi biogas dan kandungan metan yang bervariasi disebabkan oleh sudah ataupun belum sempurnanya proses produktivitas biogas melalui

tiga tahapan yaitu hidrolisis, asidogenik, dan metanogenik, dimana dalam tahapan-tahapan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain pH, suhu, kandungan VS, *dry content*, kadar abu, yang memiliki data yang bervariasi.

Hasil pengujian parameter dari segi kuantitas dan kualitas biogas dengan kadar metan yang tinggi setelah adanya evaluasi perkiraan kandungan metan dalam biogas maka komposisi dengan penambahan limbah *sludge* biodigester mencapai 25% memiliki gas metan sesuai dengan teoritik dengan komposisi CH<sub>4</sub> sebesar 54-70 % ditunjukkan tabel 4.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Pengamatan Parameter Pengujian Digester-1 Tanpa Penambahan *Sludge* Biodigester

| No. | Parameter Uji         | Satuan | Standar  | Digester-1 |        |        | Rata-rata Digester-1 |
|-----|-----------------------|--------|----------|------------|--------|--------|----------------------|
|     |                       |        |          | 0          | 8      | 16     |                      |
| 1   | pH                    |        | 6.8 - 8  | 7.61       | 7.11   | 7.23   | 7.317                |
| 2   | Rata-rata temperatur* |        | 25 - 40* | 28.67      | 27.33  | 28     | 28.000               |
| 3   | Volatil Solid         | %      | *        | 2.71       | 11.45  | 3.62   | 5.927                |
| 4   | Dry content           | %      | *        | 95.51      | 84.79  | 94.74  | 91.680               |
| 5   | Kadar Abu             | %      | *        | 1.78       | 3.76   | 1.64   | 2.394                |
| 6   | Metan                 | %      | 54 – 70  | 15.000     | 10.857 | 8.519  | 11.459               |
| 7   | Total volume biogas*  | liter  | -        | 2.800      | 15.100 | 25.500 | 14.467               |
| 8   | tekanan gas           | cm     | -        | 2.6        | 8.15   | 14.15  | 8.3                  |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Tabel 9. Perbandingan Hasil Pengamatan Parameter Pengujian Digester-2 dengan Penambahan *Sludge* Biodigester sebesar 25%

| No. | Parameter Uji         | Satuan | Standar  | Digester-2 |        |        | Rata-rata Digester-2 |
|-----|-----------------------|--------|----------|------------|--------|--------|----------------------|
|     |                       |        |          | 0          | 8      | 16     |                      |
| 1   | pH                    |        | 6.8 - 8  | 7.44       | 7.06   | 6.82   | 7.107                |
| 2   | Rata-rata temperatur* |        | 25 - 40* | 28.67      | 27.67  | 27.67  | 28.003               |
| 3   | Volatil Solid         | %      | *        | 0.77       | 8.88   | 4.21   | 4.619                |
| 4   | Dry content           | %      | *        | 98.64      | 87.94  | 94.11  | 93.563               |
| 5   | Kadar Abu             | %      | *        | 0.59       | 3.18   | 1.69   | 1.820                |
| 6   | Metan                 | %      | 54-70    | 14.333     | 11.935 | 10.323 | 12.197               |
| 7   | Total volume biogas*  | liter  | -        | 2.900      | 14.900 | 27.800 | 15.200               |
| 8   | Tekanan gas           | cm     | -        | 2.7        | 8.2    | 15.25  | 8.717                |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Tabel 10. Perbandingan Hasil Pengamatan Parameter Pengujian Digester-3 dengan Penambahan *Sludge* Biodigester sebesar 50%

| No | Parameter Uji         | Satuan | Standar  | Digester-3 |        |        | Rata-rata Digester-3 |
|----|-----------------------|--------|----------|------------|--------|--------|----------------------|
|    |                       |        |          | 0          | 8      | 16     |                      |
| 1  | pH                    |        | 6.8 - 8  | 7.28       | 7.27   | 6.96   | 7.170                |
| 2  | Rata-rata temperatur* |        | 25 - 40* | 28.67      | 27.67  | 27.67  | 28.003               |
| 3  | Volatil Solid         | %      | *        | 0.76       | 5.70   | 4.47   | 3.644                |
| 4  | Dry content           | %      | *        | 98.7       | 91.93  | 93.4   | 94.677               |
| 5  | Kadar Abu             | %      | *        | 0.54       | 2.37   | 2.14   | 1.683                |
| 6  | Metan                 | %      | 54-70    | 8.421      | 8.710  | 13.143 | 10.091               |
| 7  | Total volume biogas*  | liter  | -        | 3.800      | 16.000 | 29.750 | 16.517               |
| 8  | tekanan gas           | cm     | -        | 3.400      | 9.700  | 18.100 | 10.4                 |

Keterangan: waktu pengujian dalam kondisi steady yaitu hari ke-28

Faktor-faktor yang memungkinkan terjadinya perbedaan dalam setiap pengamatan adalah :

- Perbedaan karakteristik bahan atau *slurry* yang keluar dari digester setelah proses fermentasi selama fermentasi karena pengaruh degedrasi mikroba terhadap kotoran sapi dengan metode pengambilan *sludge* digester hasil fermentasi
- Kadar kering kotoran sapi, dimana semakin kering kotoran sapi maka kekentalan akan semakin tinggi sehingga bahan lebih pekat.
- Jeda waktu pengambilan kotoran sapi dengan waktu pencampuran bahan dan waktu pengisian digester. Jika waktu pengisian bahan dengan waktu pengisian digester terlalu lama maka bentuk fisik kotoran sapi cenderung lebih kering karena terjadi proses penguapan kandungan air yang terdapat dalam kotoran sapi.
- Mekanisme pengadukan secara manual.

#### IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian :

- Penambahan *sludge* biodigester dengan proses *return sludge* dalam produktivitas biogas sistem *plug flow* dengan pengisian digester secara kontinyu mampu memberikan pengaruh terhadap produksi biogas yaitu semakin meningkat.
- Total produksi biogas terbanyak adalah digester 3 dengan campuran perbandingan 50% kotoran sapi dan 50% *sludge biodigester* sebesar 40 liter.

Saran untuk penelitian selanjutnya :

- Pengaturan input bahan yang berupa karakteristik awal bahan seperti komposisi perbandingan bahan yang berupa berat basah

atau berat kering, volatil solid, dan kandungan air, dan kandungan bahan yang berupa bahan organik (misal: karbohidrat, lemak, dan protein) sebaiknya tidak dilakukan hanya di awal tetapi selama proses pembentukan biogas sehingga input bahan dapat stabil.

- Sebaiknya menggunakan jenis sapi yang memiliki jenis pakan ternak yang sama setiap harinya atau konsisten setiap harinya. Hal ini untuk memperkecil kemungkinan kandungan bahan lain yang terdapat pada feses sapi yang dihasilkan karena karakteristik pakan ternak yang dapat mempengaruhi karakteristik kotoran sapi.
- Waktu retensi untuk bahan sebaiknya ditambahkan sehingga mikroba dapat lebih banyak mendegradasi bahan organik. Hal ini dilihat dari kandungan metan yang dihasilkan terlalu rendah.
- Pengadukan sebaiknya dilakukan dengan pelan-pelan dan sering. Jika pengadukan jarang dilakukan maka akan terjadi banyak endapan yang terkumpul di bagian bawah digester, sehingga ketika proses pengisian secara kontinyu *sludge* dalam digester tidak dapat keluar dan kemungkinan dapat terjadi kebocoran digester melalui bagian saluran input digester, selain itu mikroba lebih efektif mendegradasi bahan organik jika bahan organik homogen.
- Apabila menggunakan sistem *return sludge* sebaiknya proses pengambilan *sludge* dilakukan secara otomatis karena apabila dilakukan secara manual maka *sludge* yang terambil akan memiliki karakteristik yang berbeda dapat encer atau pekat dikarenakan

## PEMANFAATAN *SLUDGE* LIMBAH BIODIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KECEPATAN PRODUKSI BIOGAS DAN KONSENTRASI GAS METAN DALAM BIOGAS

semakin hari sludge akan semakin pekat disebabkan oleh endapan sludge di dalam digester semakin banyak.

6. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap pembentukan biogas dengan menggunakan limbah ternak dan campuran bahan organik yang berbeda dengan waktu penelitian yang lebih lama dengan sistem perulangan percobaan sehingga hasil yang didapatkan mampu memberikan suatu data yang lebih akurat dan untuk mengurangi tingkat eror dalam suatu penelitian.
7. Pengujian parameter pembentukan biogas sebaiknya dilengkapi sehingga dapat terlihat faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas.

### V. Daftar Pustaka

- Andreoletti, O., *et al.*, 2007, *Opinion, of the Scientific Panel On Biological Hazards on the Safety Vis-avis Biological Risk of the Mesophilic Process of Biogas and Compost Treatment of Animal By Products (ABPs)*. The EFSA Journal 465, 1-16
- Anonim, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/6092/1/09E01445.pdf>
- Anonim, <http://permimalang.wordpress.com/2010/01/06/optimasi-produksi-biogas-dari-limbah-cair-industri-tapioka-sebagai-sumber-energi-alternatif-terbarukan/>
- Anonim, <http://ariffadholi.blogspot.com/2010/04/pembuatan-biogas-dari-limbah-tahu.html>
- Deublin, P, and Steinhilber, A., 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources An Introduction*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Heidelberg.
- Fischer, K. and Krieg, A., 2000, *Planning and Construction of Biogas Plants for Solid Waste Digestion in Agriculture*, Technical Report of Krieg and Fischer, Goettingen Germany.
- Harahap F., M. Apandi, dan S. Ginting, 1978. *Teknologi Biogas*, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi, Bandung.
- Hargono, 2004. *Pemanfaatan Limbah Jerami sebagai Pakan Ternak dengan Cara Fermentasi Menggunakan Starter BMF Biofad (Suatu Upaya Peningkatan Protein Pakan)*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Junus, M., 1987. *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Miryanti, I., 1980. *Biogas di pedesaan*, lokakarya Pengembangan Energi Non Konveksional.
- Nugroho, B.A. dan Maman Firmansyah, 2006. *Skripsi Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi Secara Anaerobik*, Teknik Kimia, ITS.
- Pambudi A., 2009. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Sumber energi Alternatif*, <http://www.unsa.ac.id/?p=102> diakses tanggal 6 Januari 2010.
- Pramana, D.S., 2007. *Studi Literatur Teknologi Anaerobic Digestion Limbah Padat sebagai Penghasil Energi Terbarukan*, Tugas Akhir, ITS, Surabaya
- Ratnaningsih, Widyatmoko H., Yananto T., 2009. *Potensi Pembentukan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran sapi dalam Batch Reaktor Anaerob*, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Sasse Ludwig, 1992. *Pengembangan Energi Alternatif Biogas dan Pertanian Terpadu di Boyolali - Jawa Tengah*, Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan (LPTP), Solo, dan Bremen Overcas Research And Development (BORDA), Jerman.
- Simamora, S. *et al.*, 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Susilowati E., 2009. *Uji Pemanfaatan Cairan Rumen Sapi untuk Meningkatkan Kecepatan Produksi Biogas dan Konsentrasi Gas Metan Dalam Biogas*, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suriawiria, U., 2005. *Menuai Biogas dari Limbah*. Kanisius, Yogyakarta.